

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

CARACTERIZAÇÃO DA REPRODUÇÃO DE
***Astyanax fasciatus* DURANTE A**
DOMESTICAÇÃO.

Marcelo Henrique Correa Assunção

Jaboticabal, SP
Junho/2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**CARACTERIZAÇÃO DA REPRODUÇÃO DE
Astyanax fasciatus DURANTE A
DOMESTICAÇÃO.**

Marcelo Henrique Correa Assunção

Orientador: Profa. Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura da UNESP – CAUNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Aquicultura.

Jaboticabal, SP

Assunção, Marcelo Henrique Correa

A851 Caracterização da reprodução de *Astyanax fasciatus* durante
c a domesticação/ Marceo Henrique Correa Assunção. – –
Jaboticabal, 2013

iv, 39 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Centro de Aquicultura, 2013

Orientadora: Laura Satiko Okada Nakaghi

Banca examinadora: Erico Luis Hoshiba Takahashi, George
Shigueki Yasui

Bibliografia

1. Morfologia. 2. Peixe Neotropical. 3. Lambari. 4. Peixes-
células germinativasI. Título. II. Jaboticabal-Centro de
Aquicultura

CDU 639.3.03

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi pela oportunidade, apoio e confiança durante todos esses anos de convívio e orientação no Laboratório de Histologia da FCAV- UNESP Jaboticabal.

Às agências de fomento CAPES e FAPESP (processo 2011/15951-5) pelas bolsas concedidas, permitindo a execução do projeto.

Aos meus pais Renato e Divina e minha família pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Aos meus irmãos da República Kilombo: Néviton, Pedro Coelho, Pedro Peres, Guilherme, Rubens, Gabriel, Renan e Cláudio pelos momentos de descontração, pela convivência, discussões durante a madrugada, mas também pelo apoio nas minhas coletas e análises.

À Bárbara Camillo pelas fotos macroscópicas dos animais e dos procedimentos tiradas.

À minha turma de graduação (BIO 07) pela união e pelo auxílio no crescimento tanto profissional quanto pessoal.

À doutoranda Fernanda Nogueira Valentin pelas dicas, colaboração e por todos os auxílios prestados que foram essenciais principalmente no final do projeto.

Ao pessoal do Laboratório de Histologia e colegas de pós-graduação pelo apoio durante a execução do projeto, nas correções em geral e pela convivência durante todos esses anos.

Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros e ao mestrando Guilherme Batista do Nascimento pelo auxílio nas análises estatísticas do trabalho.

Ao técnico Orandi Mateus pelo auxílio na confecção das lâminas histológicas.

Aos membros da comissão examinadora da qualificação, Prof. Dr. Sergio Ricardo Batlouni e Prof. Dra. Lilian Cristina Makino pelas valiosas sugestões e participação no exame de qualificação.

Aos membros da comissão examinadora da defesa da dissertação, Dr. George Shigueki Yasui e Prof. Dr. Erico Luis Hoshiba Takahashi pelas correções, sugestões, disponibilidade e participação nesta etapa de avaliação.

As pessoas em geral que de alguma forma me auxiliaram ou me apoiaram durante esse importante momento e que por ventura não foram citadas.

APOIO FINANCEIRO

CAPES, bolsa de mestrado, cota do Programa de Pós-graduação em Aquicultura da UNESP – CAUNESP.

FAPESP, bolsa de mestrado, Processo nº 2011/15951-5

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Considerações Gerais

APRESENTAÇÃO.....	1
INTRODUÇÃO GERAL.....	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5

Capítulo 2 – Caracterização da reprodução de *Astyanax fasciatus* durante a domesticação

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	35
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte dos requisitos do programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP para obtenção do título de mestre em Aquicultura. O trabalho apresenta uma análise dos aspectos reprodutivos da espécie *Astyanax fasciatus* (Figura 1) em natureza e uma caracterização da reprodução em cativeiro durante a domesticação. A espécie pertence ao grupo *Incertae Sedis* que possui diversas lacunas de conhecimento. A apresentação do trabalho foi realizada em 2 capítulos. Neste primeiro capítulo, estão compiladas informações sobre o gênero *Astyanax*, incluindo a espécie-alvo deste estudo, com uma apresentação do panorama geral e informações sobre a área estudada. No segundo capítulo, intitulado “Caracterização da reprodução em *Astyanax fasciatus* durante a domesticação” e escrito na forma de artigo, estão apresentadas as informações dentro do período reprodutivo de *A. fasciatus* e suas peculiaridades no Córrego Rico, SP e a caracterização de sua reprodução em ambiente de cativeiro.



Figura 1. Ilustração de um exemplar de *Astyanax fasciatus*.

INTRODUÇÃO GERAL

Cerca de 86 espécies do gênero *Astyanax* estão inseridas nos gêneros *Incertae Sedis*. Esta é uma classificação que agrupa uma grande variedade de peixes de pequeno a grande porte e que apresentam divergências em sua filogenia ou falta de conhecimento de sua biologia (Lima *et al.*, 2003). Vulgarmente, diversos Characiformes de pequeno porte e morfologia semelhante que habitam rios, represas e lagoas são denominados de lambaris no Brasil. *Astyanax fasciatus*, popularmente conhecido como lambari do rabo vermelho é uma espécie de pequeno porte que atinge em média 10 cm de comprimento. Apresenta ampla distribuição pela América do Sul e Central, sendo que no Brasil é abundante nas mais diversas bacias hidrográficas. Quanto à alimentação, a espécie apresenta hábito onívoro (Reis *et al.*, 2003). O amplo espectro alimentar, otimizado pela abundância de alimento disponível após represamentos e somado à produção de pequenos e numerosos ovos que se desenvolvem rapidamente (Dias *et al.*, 2005), são táticas que promovem seu sucesso em colonizar ambientes represados (Silva *et al.*, 2010).

Diversos trabalhos foram realizados com o objetivo de compreender a biologia da espécie *A. fasciatus* ou do gênero *Astyanax*, em ambiente natural, para que posteriormente pudessem ser aplicados na produção desses animais em cativeiro. Foram realizados estudos na área reprodutiva (Gurgel, 2004; Gomiero e Braga, 2007; Carvalho *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2010) e ecológica (Schulz, 2001; Villela, 2002). Porém, trabalhos relacionados a aquicultura são recentes, como o realizado por Abimorad (2011), que estudou nutrição de *A. altiparanae*. Portanto, é de extrema importância a realização de estudos *in situ* e *ex situ* para compreensão da biologia das espécies e sua aplicação na piscicultura, desenvolvendo pacotes tecnológicos para essas espécies e otimizando a produção, seja pela conservação das espécies ou pela demanda comercial. Trabalhos relacionados à biologia reprodutiva foram realizados por Rizzo *et al.* (2002) estudando a superfície e adesividade de ovos em teleósteos; Godinho *et al.* (2010) utilizando metadata para atualizar os conceitos relacionados a reprodução, como tipos de desova, fecundidade e cuidado parental; Weber *et al.* (2013) estudando a adesividade dos ovos e embriogênese de *A. bimaculatus*; Martins *et al.* (2012) comparando a morfologia de seis espécies de

Incertae Sedis uma vez que esta é uma ferramenta importante e complementar para elucidar o estudo da reprodução e evolução das espécies de peixes.

Pelo rápido desenvolvimento, facilidade em adaptar-se a ração e a variações térmicas, o lambari apresenta grande potencial para piscicultura (Garutti, 2003). Além disso, apresenta mercado promissor como petisco, como isca viva para pesca esportiva ou ainda industrializado, na forma de conserva (Porto-Foresti *et al.*, 2005). Apresenta mercado restrito se comparado a espécies como a tilápia ou o salmão, ou até peixes nativos, como os surubins, embora o lambari seja extremamente viável pelo fato de no geral, exigir um baixo investimento financeiro e técnico além de possuir um ciclo de produção rápido. Porém, os maiores problemas dentro da criação de lambaris estão relacionados ao número de intermediários, falta de associação ao território e à piscicultura para a agregação de valor, além de grandes distâncias entre a produção e o consumidor final fazendo com que os custos de produção aumentem (Silva *et al.*, 2011). Existe a necessidade de se desenvolver não só trabalhos relativos ao conhecimento biológico da espécie, mas também alternativas para diminuir os problemas relacionados a produção e mercado. No tocante à parte biológica, o primeiro passo para a produção em larga escala é a reprodução, que então poderá fornecer sementes para a engorda em escala comercial. Embora já existam alguns avanços relacionados à reprodução mencionados anteriormente, ainda existem algumas lacunas que não permitem a exploração zootécnica de maneira eficaz.

O tipo de desova é um ponto problemático no estudo da reprodução dos lambaris, pois a realização de alguns trabalhos ao longo dos anos mostrou resultados divergentes. Segundo Gurgel (2004), estudando a reprodução de *A. fasciatus* no Rio Grande do Norte, a desova é do tipo total com maior atividade nos bimestres de outubro/novembro e dezembro/janeiro assim como encontrado por Barbieri *et al.* (1996). Silva (2010), realizando estudos no Paraná, a mesma espécie apresentou dados de desova total na represa de Iraí e parcelada nas represas de Piraquara e Passaúna, com atividade reprodutiva semelhante ao trabalho anteriormente citado. A falta de convergência dessas informações induz a realização de novos estudos, principalmente pelo fato de cada área de estudo apresentar

suas peculiaridades que irão influenciar direta ou indiretamente na reprodução e subsequente exploração comercial.

O Córrego Rico é um riacho tributário do rio Mogi Guaçu cuja nascente está localizada próxima ao município de Monte Alto – SP e sua foz, próxima ao município de Barrinha – SP. É integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Mogi Guaçu (UGRHI-9), na sub-região Médio Mogi Inferior (Brigante e Espíndola, 2003). Possui trechos variando de 4ª a 6ª ordem, segundo (Takahashi, 2013). Em quase toda sua extensão percorre áreas de monocultura de cana-de-açúcar, sofrendo este, além do desmatamento das áreas de preservação permanente, o lançamento de esgoto industrial e de carcaças de animais mortos lançados a céu aberto e sem tratamento, processo erosivo, soterramento de nascentes e assoreamento de rios e corpos d'água, os principais fatores impactantes na bacia do Córrego Rico de acordo com Italiano (2003). Além disso, o riacho recebe esgoto tratado das cidades de Monte Alto e Jaboticabal ao longo de seu curso (Lopes, 2004). Em seu trecho médio apresenta uma barragem para captação de água e Takahashi *et al.* (2013) observaram a influência dessa barragem na composição da ictiofauna, apresentando maior riqueza nos trechos acima e abaixo da represa, onde havia influência da conectividade com uma lagoa e com o rio Mogi Guaçu, respectivamente.

Alguns estudos com diferentes enfoques foram realizados na bacia do Córrego Rico (Borges *et al.*, 2003; Pissarra *et al.*, 2004; Donadio *et al.*, 2005). O projeto “Córrego Rico limpo”, que visou à revitalização e recuperação dessa bacia e o projeto de políticas públicas financiado pela FAPESP “Estudo piloto da poluição antrópica da microbacia Hidrográfica do Córrego Rico” realizaram estudos preliminares da poluição e qualidade de água da bacia do Córrego Rico (Amaral, 2005). Porém, são escassos os estudos envolvendo fauna e flora na bacia do Córrego Rico bem como na maioria dos pequenos corpos d'água. Nesse ambiente, os peixes são particularmente relevantes por sua importância ecológica, conforme destacado por Langeani *et al.* (2007) que demonstraram que o número de espécies tem aumentado exponencialmente e desta maneira existe também a necessidade de aumentar o número de pesquisas acerca dessas espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORADI, E.G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.1, p. 31-38, 2011.

AMARAL, L. A. **Estudo piloto da poluição antrópica da microbacia Hidrográfica do Córrego Rico. Relatório FAPESP** (processo n 03/06427-4). Jaboticabal. 2005

BARBIERI, G.; HARTZ, S.; VERANI, J.R. O fator de condição e o índice hepatossomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 da Represa do Lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). **Inheringia, Série Zoologia**, v. 81, p.97-100, 1996.

BORGES, M. J.; GALBIATI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos na bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos RiMa, 2003, 255 p.

CARVALHO, P.A.; PASCHOALINI, A.L.; SANTOS, G.B.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces; Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v.25, p. 306-313, 2008.

DIAS, R.M.; BAILLY, D.; ANTÔNIO, R.R.; SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A.A. Colonization of the Corumbá Reservoir (Corumbá River, Paraná River Basin, Goiás State, Brazil) by the "lambari" *Astyanax altiparanae* (Tetragonopterineae; Characidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.3, p.467-476, 2005.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

GARUTTI, V. 2003. **Piscicultura ecológica**. Editora UNESP, São Paulo. 332 p.

GODINHO, A.L., LAMAS, I.R.; GODINHO, H.P. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.87, p. 143 –162, 2010.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Reprodução de a assembléia de peixes no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v.67, n.2, p. 283-292, 2007.

GURGEL, H.C.B. Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, 2004.

ITALIANO, W. L.; HOJAIJ, A.; COSTA, L. L.; GIACOMETTI, L.; ZANETTI, L. M.F.; GALBIATI, J. A.; PISSARRA, T. C. T.; PALLA, V. L. Técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica aplicadas no projeto de gestão hídrica do município de Jaboticabal - córrego rico limpo. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 -10 abril 2003, INPE, p. 575-581.

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C. E.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 181-197, 2007.

LIMA, F.C.T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P.A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R. ; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, M.C.S.L.; LUCENA, Z.M.S ; REIS, R.E. ; LANGEANI, F.; CASSATI, L.; BERTACO V.A.; MOREIRA, C. e LUCINDA, P. H. F. Genera Incertae Sedis in Characidae. In: REIS, R.E. ; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.Jr. **Checklist of freshwater fishes of Southand Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre,Brasil, 2003, p.106-109.

LOPES, L. G.; NASCIMENTO, B. A. **A água e a sustentabilidade**. Jaboticabal: Artsigner, (Cadernos Jaboticabal Sustentável), 2004,36 p.

MARTINS, Y.S.; ARANTES, F.P.; SATO, Y.; SANTOS, J.E.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Comparave analysis of gonadal morphology in six fish species of the *Incertae Sedis* genera in Characidae of occurrence in the São Francisco River Basin, Brazil. **Acta Zoologica**, v.93, p. 48-56, 2012.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do

córrego rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; FORESTI, F. 2005. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM. P. 105-120. Rizzo 2002

REIS, R.E. ; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.Jr. **Checklist of freshwater fishes of South and Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 2003, p.106-109.

RIZZO, E., SATO, Y., BARRETO, B. P. and GODINHO, H. P. Adhesiveness and surface patterns of eggs in neotropical freshwater teleosts. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 615–632, 2002.

SCHULZ, U.H.; MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n.4, p. 615-622, 2001.

SILVA, J.P.A.; MUELBERT, A.E.; OLIVEIRA, E.C.; FÁVARO, L.F. Reproductive tactics used by the Lambari *Astyanax* aff. *fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.

SILVA, N.J.R.; LOPES, M.C.; FERNANDES, J.B.K.; HENRIQUES, M.B. Caracterização dos sistemas de criação e cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. **Informações econômicas, SP**, v. 41, n.9 , p. 17-28, 2011.

TAKAHASHI, E.L.H., ROSA, F.R.T.; LANGEANI, F.; NAKAGHI, L.S.O. Spatiotemporal and seasonal patterns in fish assemblage in Córrego Rico, upper Paraná River basin. **Neotropical Ichthyology**, v.11, n.1, p. 143-152, 2013.

VILLELA, F.S.; Becker, F. G.; Hartz, S.M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in a Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, n. 2, p. 223-232, 2002.

WEBER, A.A.; ARANTES, F.P.; SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Oocyte adhesiveness and embryogenic development of *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Characidae). **Zygote**, v. 21, n.2, p.198-202, 2013.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DA REPRODUÇÃO DE *Astyanax fasciatus* DURANTE A DOMESTICAÇÃO

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar os índices reprodutivos e definir os aspectos reprodutivos da espécie *Astyanax fasciatus* no Córrego Rico, São Paulo, Brasil e confirmar duas hipóteses - Esta espécie possui desova do tipo parcelada neste ambiente especificamente e uma amostra da população colocada em cativeiro pode desenvolver a maturação gonadal. Foram capturados 40 exemplares da espécie, por meio de coletas mensais padronizadas realizadas no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013 por meio de rede espera. Além disso, mais 120 exemplares de *A. fasciatus* foram coletados e transferidos para um tanque no Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP e mantidos em cativeiro. Coletas mensais também foram realizadas no mesmo período das coletas *in situ* para biometria e análise histológica das gônadas. A hipótese de desova parcelada foi corroborada pela análise concomitante da variação dos índices gonadossomático, hepatossomático, fator de condição e volume gonadal além da análise histológica observando fêmeas parcialmente desovadas em mais de uma coleta. A hipótese de maturação gonadal em ambiente de cativeiro também foi corroborada por meio de análise histológica associada à análise dos índices reprodutivos. Nesse contexto, os resultados obtidos geram subsídios para estudos no tocante à biologia reprodutiva e sua aplicação na reprodução em ambiente de aquicultura.

Palavras-chave: morfologia, peixe neotropical, lambari, células germinativas

ABSTRACT

This study aim to study the reproductive biology of redbtail tetra *Astyanax fasciatus* from a stream in Jaboticabal,SP and confirm two hypothesis - this specie have a fractional spawning in this place specifically and *A. fasciatus* can mature gonads in captivity environment. Adult males and females (n=40) were sampled monthly during the rainy season from October 2012 to January 2013 by gillnets. Besides, more 120 adult males and females were sampled and transferred to a pond in UNESP Aquaculture Center, Jaboticabal,SP. Monthly samples were realized in the same period that *in situ* samples for biometrics and histological analysis. The hypothesis of fractional spawning was corroborated by concurrent analysis of gonadosomatic index, hepatosomatic index, condition factor and gonadal volume in addition to histological analysis watching females partially spawned in more than one sample. The hypothesis of gonadal maturation in captivity environment also be corroborated by histological analysis in addition to reproductive indexes analyslis. In this context, the results generate data for studies regarding the reproductive biology and its application in breeding aquacultural environment.

Keywords: morphology, neotropical fish, lambari/tetra, germ cells

INTRODUÇÃO

Os Characiformes se destacam por ser a maior ordem de peixes existente e por contemplar a maioria das espécies que apresentam potencial para aquicultura ou conservação. O lambari do rabo vermelho, *Astyanax fasciatus*, pertence à família Characidae e encontra-se atualmente inserido em *Incertae Sedis*, assim como todas as espécies do gênero. Esta é uma classificação que representa uma grande variedade de peixes cuja biologia é pouco conhecida ou apresenta divergências em suas filogenias. As espécies variam de pequeno a grande porte e contabilizam cerca de 88 gêneros e 620 espécies (Lima *et al.*, 2003). *A. fasciatus* é uma espécie de pequeno porte, chegando, em média, a 10 centímetros de comprimento. Apresenta ampla distribuição pela região Neotropical, sendo que no Brasil é abundante nas mais diversas bacias hidrográficas. Quanto à alimentação, a espécie apresenta hábito onívoro (Reis *et al.*, 2003). O amplo espectro alimentar, otimizado pela abundância de alimento disponível após represamentos, somado à produção de pequenos e numerosos ovos que se desenvolvem rapidamente (Dias *et al.*, 2005), são táticas que promovem seu sucesso em colonizar ambientes represados (Silva *et al.*, 2010).

O processo reprodutivo dos peixes Neotropicais está relacionado com o início das chuvas, temperaturas relativamente elevadas e nível da água (Lowe-McConnell, 1987; Trajano, 1997). A utilização de índices biológicos que estão relacionados com a reprodução fornece dados que nos permitem compreender a atividade reprodutiva. A relação massa-comprimento, por exemplo, apresenta diferenças na condição dos indivíduos de diferentes tamanhos em determinado espaço e tempo (Froese, 2006). A variação do índice hepatossomático relaciona-se com a alimentação e dieta, atividade reprodutiva e condições fisiológicas dos animais (Tavares-Dias *et al.*, 2000) enquanto que o acompanhamento concomitante do índice gonadossomático é também um bom indicador da atividade reprodutiva (Hojo *et al.*, 2004).

Apesar da ictiofauna dos grandes rios do Brasil, como o rio Mogi-Guaçu, estar bem estudada, os trabalhos estão concentrados no canal principal do rio e em lagoas marginais ou ainda em represas (Barbieri *et al.*, 2001; Hojo *et al.*, 2004; Ferreira, 2007; Carvalho *et al.*, 2008; Meschiatti, 2009). Um dos diferenciais deste

trabalho é o estudo reprodutivo em um afluente do rio Mogi Guaçu, o Córrego Rico, com altos níveis de ação antrópica, incluindo a descarga de esgoto tratado nas regiões dos municípios de Monte Alto e Jaboticabal, a monocultura de cana-de-açúcar ao longo de todo seu curso, processo erosivo e desmatamento de áreas de preservação permanente (Italiano et al, 2003; Lopes, 2004). Além disso, apesar de o lambari ser produzido em cativeiro e existirem estudos que tentaram compreender sua biologia reprodutiva, existem dúvidas quanto ao seu tipo de desova, por exemplo. Segundo Silva (2010), a mesma espécie apresentou desova total na represa de Iraí e parcelada nas represas de Piraquara e Passaúna (Paraná). Dentro deste contexto, este trabalho tem o objetivo de analisar os índices reprodutivos desta espécie no Córrego Rico, definir os aspectos reprodutivos da espécie e confirmar a hipótese de que esta população possui desova do tipo parcelada, além de gerar dados que permitam a comparação com trabalho realizado em cativeiro, uma vez que a divergência sobre a reprodução desta espécie gera questionamentos sobre o comportamento da reprodução neste lugar especificamente. Além disso, este trabalho tem também como objetivo observar se ocorre a maturação gonadal em cativeiro, sendo este um primeiro passo para a tentativa de domesticação.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e Biometria dos exemplares

O local de coleta estabelecido encontra-se próximo ao município de Monte Alto (21° 18'43.8" S/ 48° 26'54,1" O) e apresenta como peculiaridades a descarga de esgoto tratado do município de Monte Alto e a presença de amplas áreas de monocultura de cana-de-açúcar no seu entorno, embora apresente mata ciliar (Figura 1). Foram realizadas coletas mensais padronizadas, com amostragem aleatória com $n=10$ de exemplares adultos de *A. fasciatus*, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013. O método de coleta estabelecido foi o de rede de espera composto por duas redes de malha 1,5 cm entre nós e duas redes de malha 2 cm entre nós. As coletas e transporte dos exemplares foram devidamente regularizadas de acordo com as autorizações 29648-1 e 29648-2 expedidas pelo SISBIO/ICMBio e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA). Alguns exemplares foram depositados no museu do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto (identificação DZSJRP 17732) para a confirmação da espécie.



Figura 1. Detalhe do ponto de coleta evidenciando a presença de mata ciliar no Córrego Rico, SP, Brasil (Fonte própria)

Na primeira coleta foram capturados 120 animais que foram levados ao Centro de Aquicultura da UNESP, no município de Jaboticabal, onde foram mantidos em tanque de alvenaria com fundo natural e dimensões 5 m x 10 m x 1,5 m (Figura 2), resultando em densidade de 2,4 peixes m^2 . Os animais foram tratados com ração comercial extrusada (28% PB e 3100 kcal/kg), duas vezes ao dia até a

saciedade. Assim como no ambiente natural, foram realizadas coletas mensais com $n=10$ indivíduos. O método de coleta nesse caso foi a rede do tipo picaré, empregada na despesca de tanques e viveiros. A metodologia utilizada para coleta e análise dos dados referentes aos animais foi padronizada tanto para animais capturados em natureza quanto em cativeiro.



Figura 2. Tanque de alvenaria com fundo natural localizado no Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP (Fonte própria).

A biometria bem como a pesagem dos animais foram realizadas no Laboratório de Histologia e Embriologia de Peixes, do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal. Após a coleta, os exemplares foram transportados até o laboratório e sacrificados por meio de aprofundamento de plano anestésico com dose letal de benzocaína. Foram mensurados o comprimento total (L_T) e comprimento padrão (L_S), com aproximação de 0,1 cm, além da massa total (W_T), massa gonadal (W_G) e massa hepática (W_L) com aproximação de 0,01g.

A partir dos levantamentos biométricos descritos foram calculados os índices reprodutivos:

Índice Gonadossomático (IGS)

O IGS representa a contribuição percentual das gônadas em relação à massa total e foi obtido de acordo com McAdam et al. (1999), a partir da seguinte expressão:

$$IGS = 100 (W_G/W_T)$$

Onde:

IGS índice gonadossomático; W_G : massa gonadal (em gramas); W_T : massa total (em gramas).

Índice Hepatossomático (IHS)

Assim como o IGS, o IHS representa a contribuição percentual da massa hepática em relação a total e foi obtida pela expressão:

$$IHS = 100 (W_L/W_T)$$

Onde:

IHS: Índice hepatossomático; W_L : massa do fígado (em gramas); W_T : massa total (em gramas).

Fator de Condição (K) e Relação massa-comprimento

O fator de condição foi obtido de acordo com Le Cren(1951); Vazzoler, (1996); Carvalho et al. (2008) que corresponde ao fator de condição de Fulton, onde:

$$K = (W_T - W_G) / L_S^3 \times 100$$

Sendo:

W_T : massa total (em gramas), W_G : massa gonadal (em gramas), L_S : comprimento total (em centímetros)

A relação massa-comprimento foi calculada utilizando a equação:

$$W_T = aL_T^b$$

Sendo: W_T : Massa total (em gramas), a: constante, L_T : Comprimento total (em centímetros), b: coeficiente angular da regressão.

Volume gonadal

Para estimar o volume gonadal, foi utilizado o método de Cavalieri, em abordagem semelhante a utilizada por Ribeiro (2004).

Os pares de gônadas de cada indivíduo foram totalmente seccionados com uma espessura média definida, sendo esta de 3 mm para os machos e 2 mm para as fêmeas, obtidas a partir do comprimento total da gônada dividido pelo número de secções, que foi fixado em 10 (Figura 3). As secções foram analisadas em

estereomicroscópio acoplado a equipamento de captura de imagem, onde foram obtidas fotografias. Para as fêmeas foi determinado um aumento de 0.8x enquanto que para os machos foi determinado o aumento de 2.5x. A partir das imagens obtidas foi realizada uma contagem de pontos dentro de cada secção a partir de um “grid” com escala apropriada sobrepondo a imagem.

Primeiramente foi obtida a área de cada secção a partir da seguinte equação:

$$\hat{A}_i = \sum_i^n . a(p)$$

Onde $\hat{A}_i$: área da secção; $\sum_i^n$: somatória de pontos contidos na área; $a(p)$: área associada ao ponto.

Em seguida, em posse dos dados de todas as secções de determinada gônada, foi aplicada a seguinte equação, para determinação do volume gonadal:

$$Vg = \sum_i^n A_i . t$$

Onde **Vg**: Volume gonadal; $\sum_i^n A_i$: somatória das áreas das secções; t : espessura média definida.

Análise Histológica

Uma parcela dos exemplares coletados tiveram a parte mediana da gônada processada para análise histológica. Após a pesagem, as gônadas foram devidamente identificadas e fixadas em solução Karnovsky com tampão fosfato e pH 7,2 por 24h. Em seguida, foram desidratadas por 24 horas em solução de álcool 80%. Lavadas duas vezes durante 30 minutos em álcool 90% e depois em álcool absoluto. Posteriormente permaneceram 4 horas na solução de pré-infiltração de glicolmetacrilato (GMA) + etanol (1:1), 16 horas na etapa de infiltração (GMA) e foram incluídas em GMA mais solução endurecedora dentro de histomoldes. As amostras permaneceram em estufa a 60°C por 24 horas para polimerização da historesina. Cortes com espessura de 0,3 µm foram obtidos e submetidos à coloração Hematoxilina-Floxina adaptado (Behmer, 1976). Posteriormente as lâminas confeccionadas foram analisadas em fotomicroscópio Leica DM2500 . Para captura de imagens este equipamento foi acoplado ao sistema de captura de imagem digital Leica DFC 280 e utilizando o software Leica Application Suite (LAS).

A análise foi realizada no Laboratório de Histologia e Embriologia de Peixes, do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

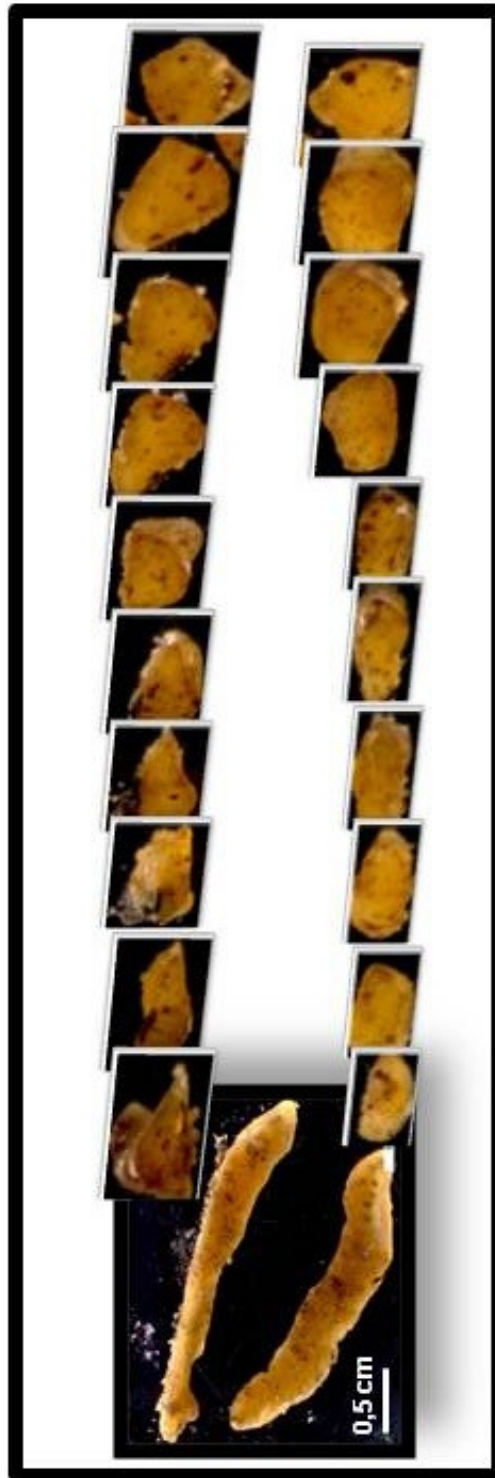


Figura 3. Detalhe da metodologia aplicada para secção dos pares de gônadas. Fotomicrografia de testículo de *A. fasciatus* no Córrego Rico, SP (Fonte própria).

Monitoramento do oxigênio, temperatura e pluviosidade

Simultaneamente as coletas, foram mensurados mensalmente a concentração e saturação do oxigênio bem como a temperatura da água utilizando a sonda da Yellow Spring Incorporation modelo YSI 500A.

A pluviosidade e a temperatura ambiente foram obtidas por meio de consulta à base de dados online do CIIAGRO – Centro integrado de informações agrometeorológicas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>).

Análise Estatística

Primeiramente ora aplicados testes para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados. Em seguida, foi realizada uma análise de variância entre as médias de IGS, IHS, K e volume gonadal de fêmeas e machos no período de outubro a janeiro para verificar diferença significativa entre as médias. Posteriormente, foi aplicado o teste de Tukey com 5% de probabilidade para verificar onde ocorreram essas diferenças. Foi realizado também um teste de correlação entre os dados de concentração de oxigênio, temperatura da água e pluviosidade obtidos mensalmente e os dados de volume, fator de condição e índices gonadossomático e hepatossomático. As análises foram feitas com o programa computacional SAS 9.1 (Statistical Analysis Software, 2004). Os dados foram expressos em médias e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos reprodutivos em natureza

Foram capturados um total de 40 exemplares de *A. fasciatus* em natureza , sendo 27 fêmeas e 13 machos, todos adultos, contribuindo com a população reprodutiva e dentro do período reprodutivo assim como observado por Carvalho *et al.* (2008). As fêmeas tiveram uma variação de $10,6 \pm 1,1$ cm para o comprimento total e $18,8 \pm 7,5$ g para a massa total. Já os machos apresentaram uma variação de $10,5 \pm 1,1$ cm para o comprimento e $15,5 \pm 5,3$ g para a massa total. As fêmeas apresentaram um crescimento alométrico positivo, com um aumento da massa em taxa superior a taxa de crescimento em comprimento enquanto que os machos apresentaram crescimento alométrico negativo, demonstrando um crescimento em comprimento regular e ganho em massa em taxa relativamente menor (Figura 4). Os dados obtidos neste trabalho para o valor do parâmetro b (na equação gerada pela linha de tendência – $y = ax^b$ - que acompanha a distribuição dos pontos no gráfico) são semelhantes aos obtidos por Carvalho *et al.* (2008) estudando a mesma espécie na Represa de Furnas. A variação da relação massa-comprimento pode estar associada ao método de captura escolhido. Porém, essa foi uma das premissas do trabalho, em só capturar indivíduos adultos e ativos na população reprodutiva. Os valores de $b < 2,5$ indicam uma amostra com amplitude de intervalos de tamanho estreitos segundo Carlander (1977). A amostra de machos e fêmeas coletados neste trabalho, variando de $10,5 \pm 1,1$ cm confirma esta informação. Segundo Zorica *et al.* (2006), o método de coleta por redes de espera seleciona peixes maiores em massa e comprimento e que portanto contribuem com a população reprodutiva.

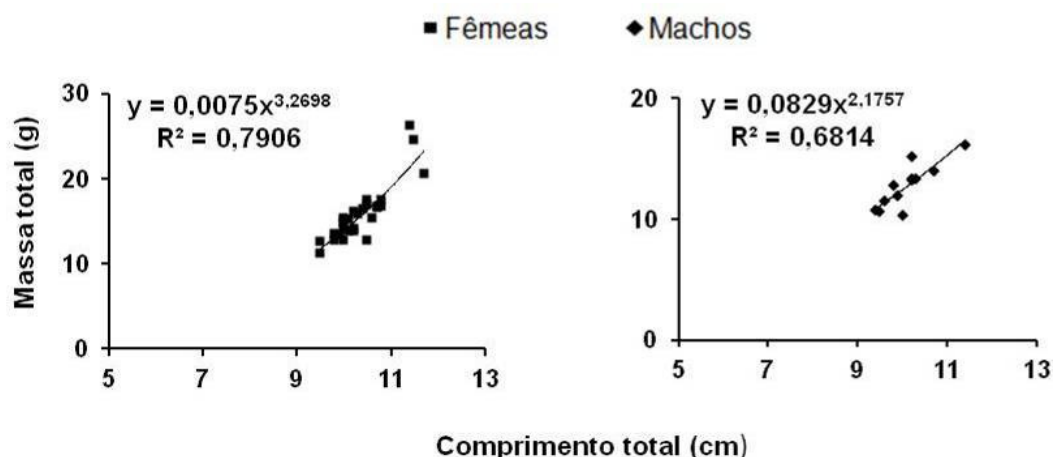


Figura 4. Representação gráfica da relação massa-comprimento para machos e fêmeas de *A. fasciatus* capturados no Córrego Rico.

Neste estudo, foram utilizados os estádios de maturação gonadal definidos por Carvalho *et al.* (2008) estudando a reprodução de *A. fasciatus* na represa de Furnas, Minas Gerais. A composição, em relação aos tipos de ovócitos predominantes nos ovários de cada fêmea, permite identificar o estágio gonadal. A análise baseada primeiramente na observação macroscópica e em seguida por análise histológica demonstrou a presença de quatro estádios de maturação (Figura 5) bem como os diferentes tipos de ovócitos (Figura 6) Repouso: com coloração translúcida e presença de ovócitos perinucleolares em fase inicial e avançada; Maturação em fase inicial: com um aspecto mais consistente, coloração amarelada e presença de ovócitos perinucleolares e alvéolo-corticais; Maturação em fase final / Maduro: Volume ocupando quase toda cavidade celomática, coloração amarela, ovócitos vistos a olho nu, vascularização e presença de ovócitos perinucleolares, alvéolo-corticais mas principalmente ovócitos vitelogênicos; Parcialmente desovado: com aspecto flácido e hemorrágico, presença dos tipos de ovócitos supracitados e de folículos pós-ovulatórios. Utilizando-se do mesmo tipo de análise para machos, observou-se três estádios (Figura 7) Maturação em fase inicial: em forma de fita, com coloração esbranquiçada e presença de cistos contendo espermatócitos, espermatídes e espermatozóides; Maturação em fase final (Maduro): coloração branca e opaca, vascularizado, maior volume e com espermatozóides em abundância no lúmen; Parcialmente espermiado: coloração esbranquiçada com áreas translúcidas e túbulos seminíferos parcialmente vazios. Observou-se

macroscopicamente a presença de gordura visceral em diversos indivíduos principalmente nos meses de outubro e novembro.

Concomitante a análise histológica foi feita a análise dos índices reprodutivos. A variação do IGS com sua diminuição com posterior aumento sugerindo um novo pico, somada a variação do IHS de maneira complementar e a diminuição do volume gonadal no mesmo período sugere a ocorrência de desovas (Tabela 1). Existe a hipótese de migração, uma vez que Suzuki (2008) observou a formação de cardumes de *A. altiparanae* no rio Congonhas, Paraná e Wotton (1998) ressalta que a migração pode estar associada tanto ao forrageamento quanto reprodução, já que desta maneira os animais identificam locais ideais para se reproduzir. Porém, a observação de fêmeas parcialmente desovadas em coletas diferentes e ausência de fêmeas completamente desovadas, corroboram a hipótese de desova parcelada. Os peixes podem realizar a transição de desova total e parcelada dependendo das alterações ambientais e fisiológicas que são submetidas a determinada população (Carvalho *et al.*, 2008). A desova do tipo parcelada é assim denominada por apresentar diversos eventos de desova em um mesmo ciclo reprodutivo. Uma consequência e também uma vantagem é a liberação de lotes de ovos em diferentes locais de desova, diminuindo a competição entre os indivíduos adultos tanto por recursos quanto por locais de desova e entre larvas por alimento (Ratton *et al.*, 2003). Silva (2010) estudando táticas reprodutivas de *A. fasciatus* em represas no Paraná observou desova total na represa de Iraí e parcelada nas represas de Piraquara e Passaúna. Ainda segundo este autor, as táticas reprodutivas utilizadas, no caso a desova total ou parcelada, estão relacionadas com o estágio de sucessão ecológica em cada local de estudo. Neste caso específico, a represa de Iraí, com estágio de sucessão ecológica menos desenvolvido, apresenta poucas espécies especialistas e a flutuação dos fatores abióticos é suportado pelas características fisiológicas resultando num período reprodutivo bem definido e desova total. Para as represas de Piraquara e Passaúna, com estágio de sucessão ecológica bem mais desenvolvido, a presença de espécies bem mais especialistas e recursos limitados resultam em uma alocação de energia de forma intermitente, ou seja, em reprodução por desova parcelada. Dessa maneira, a presença de um ambiente lântico acima do ponto de coleta, onde a espécie *A. fasciatus* também é encontrada

e que apresenta estágio de sucessão ecológica mais desenvolvido novamente corrobora a hipótese de desova parcelada.

Os machos apresentaram um pico de IGS no mês de dezembro e queda no mês seguinte (Tabela 2), sugerindo espermição neste período. A observação de testículos parcialmente espermiados, com túbulos seminíferos parcialmente esvaziados corrobora esta afirmação. A ausência de machos na primeira coleta dificulta a compreensão do padrão de IGS, IHS e do volume gonadal. A tendência do IHS e do volume gonadal é a diminuição dos valores conforme ocorre a espermição, fato que se mostrou contrário neste estudo. Os valores de IHS acompanharam os valores de IGS e os valores do volume gonadal apresentam uma tendência de crescimento linear. Sugere-se que este comportamento esteja associado à espermição de uma parte dos machos no período demonstrado e confirmando a hipótese de desova parcelada, em análise conjunta com as fêmeas. Além disso, o aumento dos valores de IHS e do volume gonadal podem ser justificados pelo fato de parte da população ainda estar em fase de maturação gonadal.

Considerando a análise estatística houve diferenças significativas apenas para o IHS e K das fêmeas (Tabela 1 e 2). Assim como observado por Carvalho *et al.* (2008), os altos valores de K das fêmeas, em relação aos machos, obtidos pela maturação demonstram a influência do peso dos ovários na condição fisiológica das fêmeas. Além disso, a diminuição dos valores de K ao longo das coletas, com diferenças estatísticas entre eles, sugere uma diminuição na massa gonadal e novamente a ocorrência de desovas. A falta de exemplares coletados no mês de outubro bem como a coleta de apenas um exemplar no mês de dezembro, pode ter afetado a análise estatística para os machos.

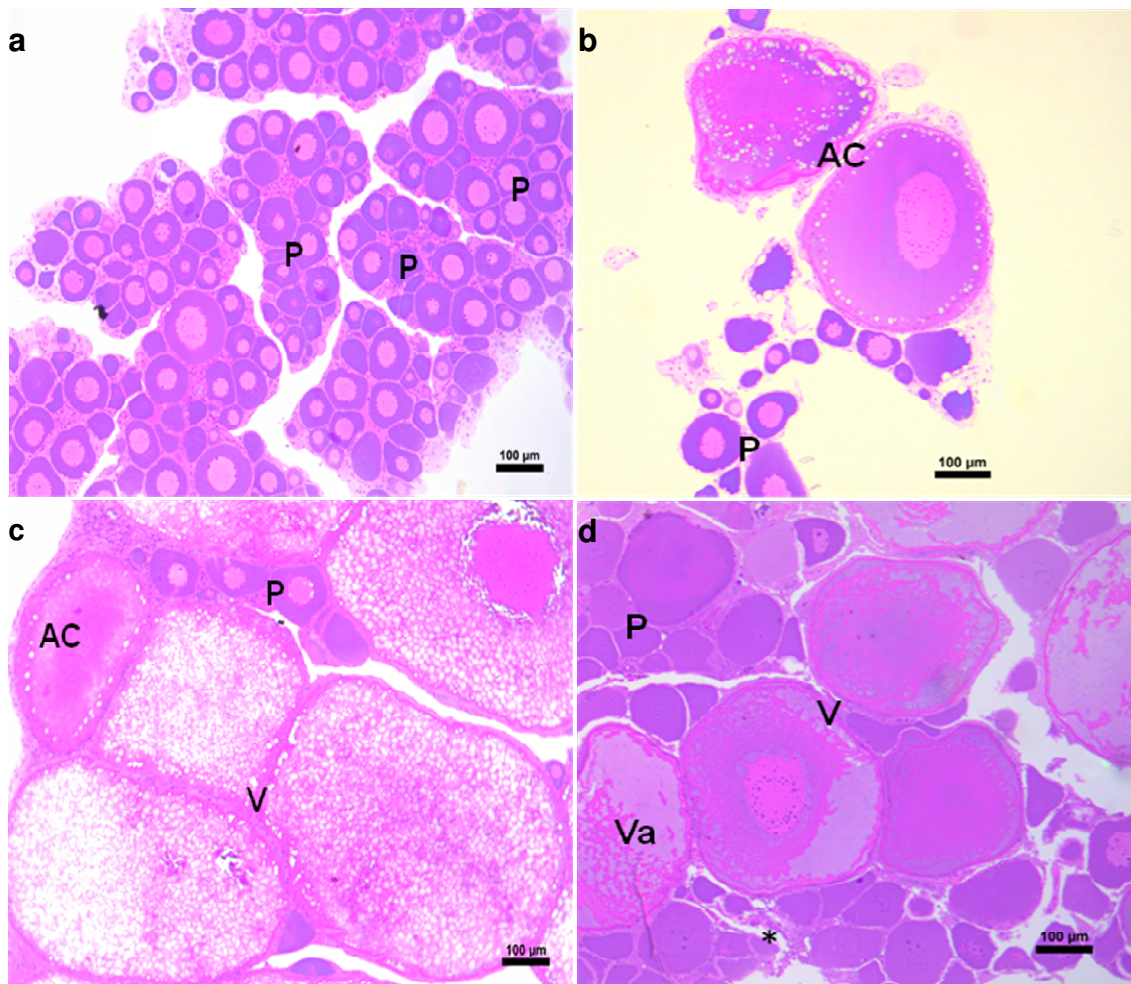


Figura 5. Secções de ovários de *A. fasciatus* capturados em natureza, em diferentes estádios de maturação decoradas com Hematoxilina-Floxina. a)Repouso b)Maturação inicial c)Maturação final/maduro d)Parcialmente desovado. **P** = Ovócito perinucleolar **AC** = Ovócito Alvéolo-cortical **V** = Ovócito Vitelogênico **Va** = Ovócito vitelogênico em início de atresia * = Folículo pós-ovulatório.

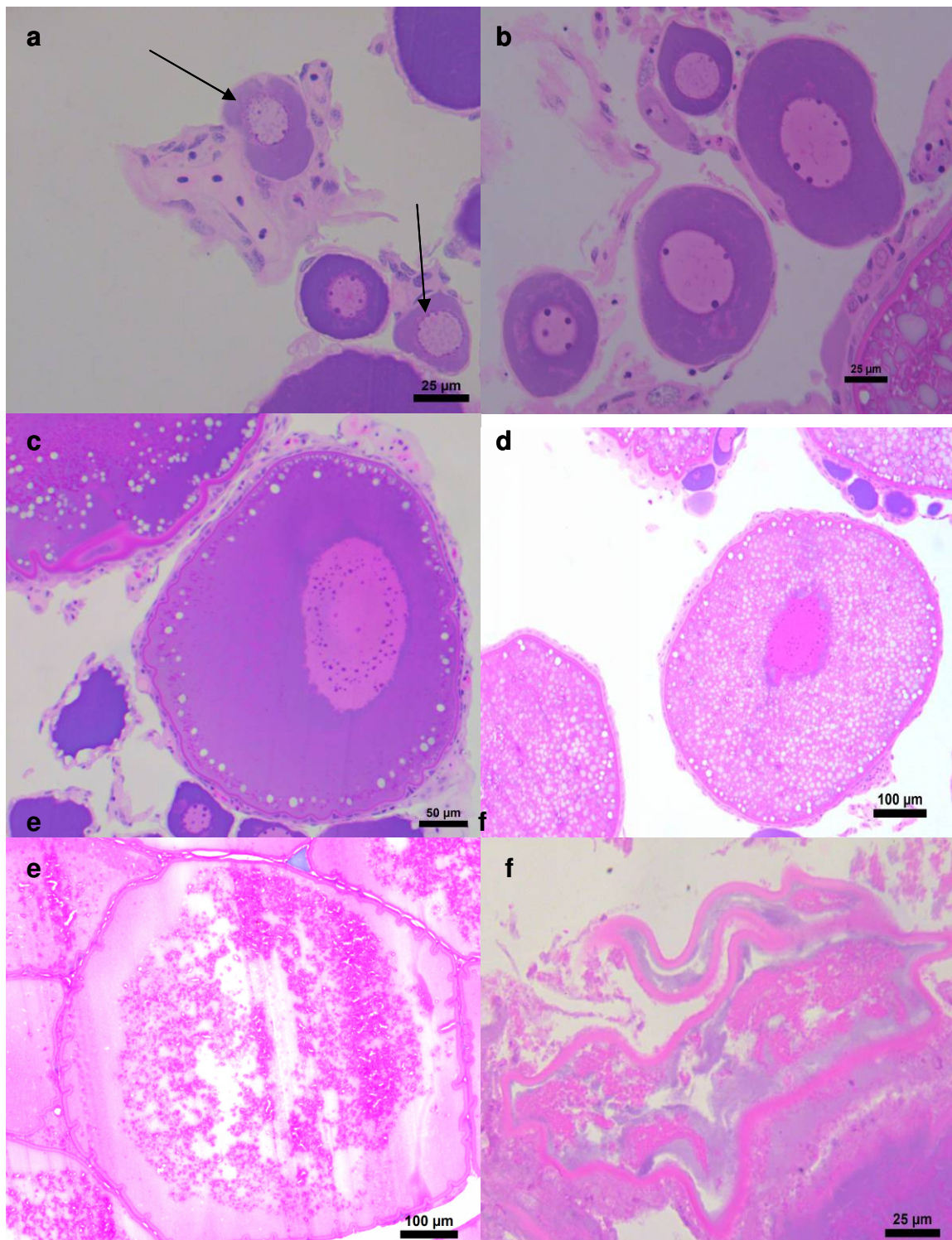


Figura 6. Secções de ovários de *A. fasciatus* capturados em natureza, evidenciado os diferentes tipos de ovócitos coradas em Hematoxilina-Floxina. a) Perinucleolares em fase inicial (seta) b) Perinucleolares em fase avançada c) Álveolo-cortical d) Vitelogênico e) Vitelogênico com zona pelúcida ondulada f) Folículo pós-ovulatório.

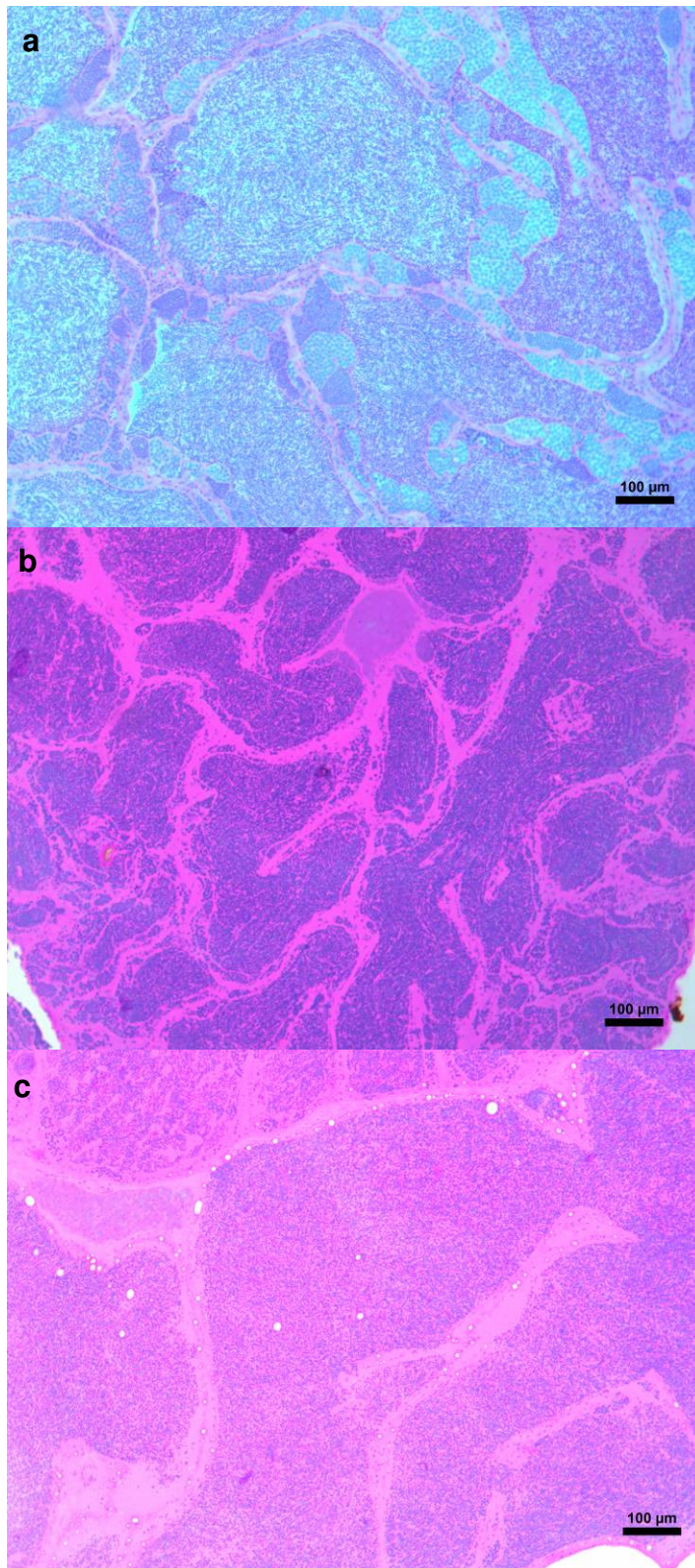


Figura 7. Secções de testículos de *A. fasciatus* capturados em natureza, em diferentes estádios de maturação coradas com Hematoxilina-Floxina. a) Maturação inicial b) Maturação final/Maduro c) Parcialmente espermiado.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão de IGS (%), IHS (%), K e Volume gonadal (mm³) de fêmeas de *A. fasciatus* no Córrego Rico, SP.

Coletas	IGS (%)	IHS (%)	K	Volume (mm ³)
Outubro (n=10)	7,43 ± 6,6 ^a	0,92 ± 0,51 ^b	2,5 ± 0,15 ^a	95054 ± 62140 ^a
Novembro (n=5)	6,1 ± 4,17 ^a	1,12 ± 0,39 ^{ab}	2,45 ± 0,18 ^{ab}	73600 ± 30205 ^a
Dezembro (n=9)	2,48 ± 2,97 ^a	1,5 ± 0,26 ^a	2,47 ± 0,20 ^a	54345 ± 26681 ^a
Janeiro (n=3)	3,73 ± 0,11 ^a	0,41 ± 0,10 ^b	2,1 ± 0,24 ^b	66037 ± 1537 ^a

Na mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significantes (P < 0,05).

Tabela 2. Médias e desvios-padrão de IGS (%), IHS (%), K e Volume gonadal (mm³) de fêmeas de *A. fasciatus* no Córrego Rico, SP.

Coletas	IGS (%)	IHS (%)	K	Volume (mm ³)
Outubro (n=0)	-	-	-	-
Novembro (n=5)	2,96 ± 0,48 ^a	0,78 ± 0,20 ^a	2,26 ± 0,13 ^a	29333 ± 7627 ^a
Dezembro (n=1)	5,26 ^a	0,9 ^a	2,21 ^a	37650 ^a
Janeiro (n=7)	2,91 ± 2,06 ^a	0,65 ± 0,10 ^a	2,17 ± 0,22 ^a	44666 ± 6475 ^a

Na mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significantes (P < 0,05).

A alta pluviosidade está associada a maturação final das gônadas e o aumento das temperaturas está associado às desovas dos Teleósteos (Parkinson *et al.*, 1999). Apesar de fêmeas parcialmente desovadas terem sido coletadas no mês de novembro, onde a pluviosidade não é nula, mas não está em seu pico, a temperatura apresenta valores altos concordando com as informações supracitadas (Figura 8). A análise de correlação entre os fatores abióticos e o IGS e volume gonadal de machos e fêmeas só mostrou influência da concentração de oxigênio e da temperatura da água no volume gonadal dos machos (Tabela 2). O oxigênio dissolvido é um fator que afeta diretamente o crescimento, reprodução e sobrevivência dos peixes em situação de hipóxia (níveis de oxigênio entre 2-3 mg/l) (Diaz, 2001). Porém neste trabalho, os níveis de concentração de oxigênio quase não apresentaram variação e também não chegaram a esse nível crítico.

Tabela 4. Teste de correlação entre fatores abióticos, IGS e volume gonadal de *A. fasciatus* no Córrego Rico, SP.

Variáveis	Pluviosidade	Concentração de oxigênio	Temperatura da água
IGS fêmeas	-0,404	-0,420	-0,430
Volume fêmeas	-0,306	-0,390	0,394
IGS machos	0,436	0,160	0,144
Volume machos	0,060	0,550	0,716

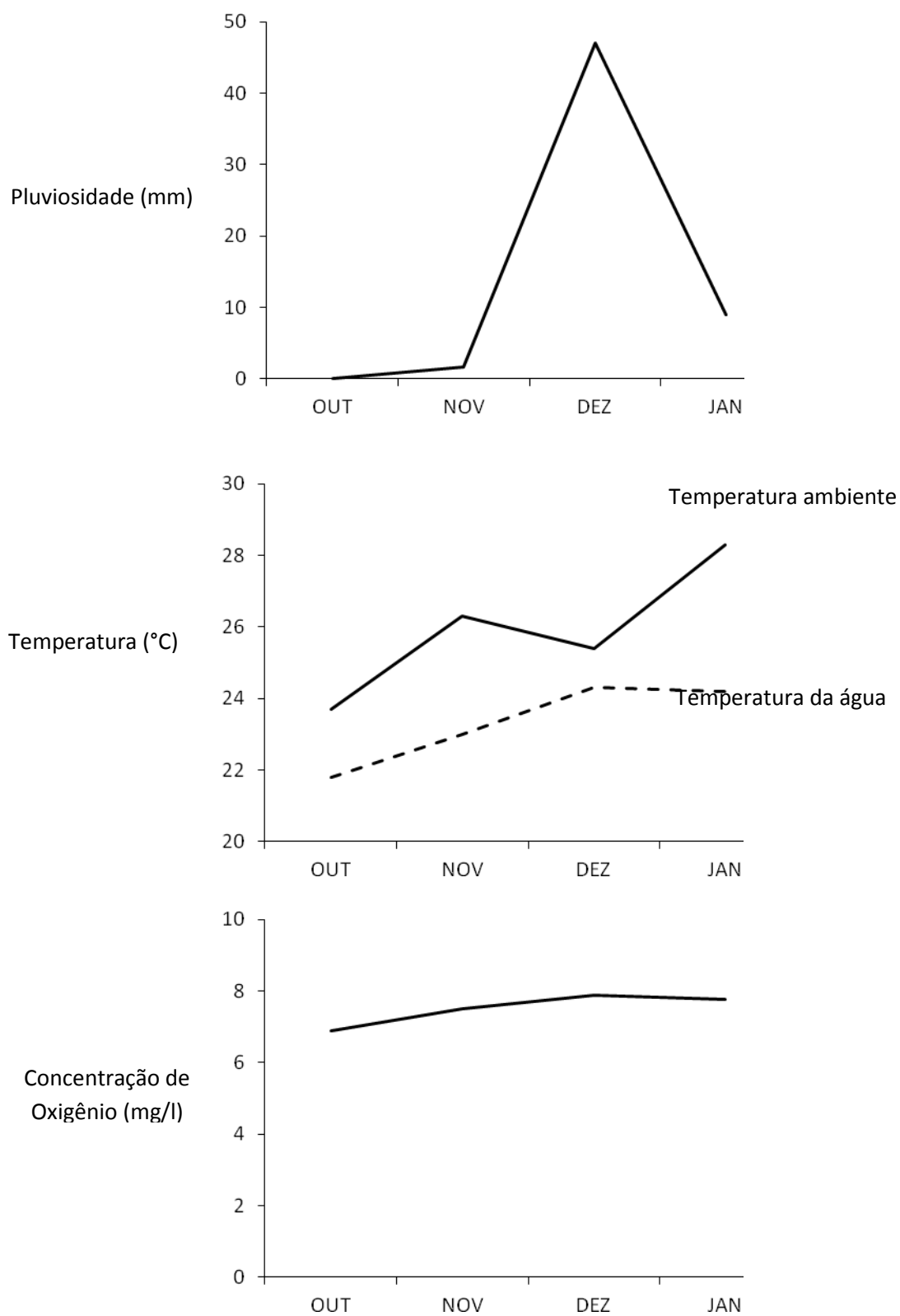


Figura 8. Médias da Pluviosidade, Temperatura e Concentração de Oxigênio para o ponto de coleta (21° 18'43.8" S/ 48° 26'54,1" O) no Córrego Rico, SP.

Caracterização da reprodução em cativeiro

Foram capturados 36 exemplares durante o período experimental sendo 16 machos e 20 fêmeas. As fêmeas apresentaram uma variação de $10,25 \pm 1,25$ cm para comprimento total e $18,45 \pm 6,85$ g para massa total e os machos $10,5 \pm 1,0$ cm e $16 \pm 5,9$ g. A representação da relação massa-comprimento está apresentada na figura 9. As fêmeas apresentaram crescimento isométrico enquanto que os machos apresentaram crescimento alométrico negativo.

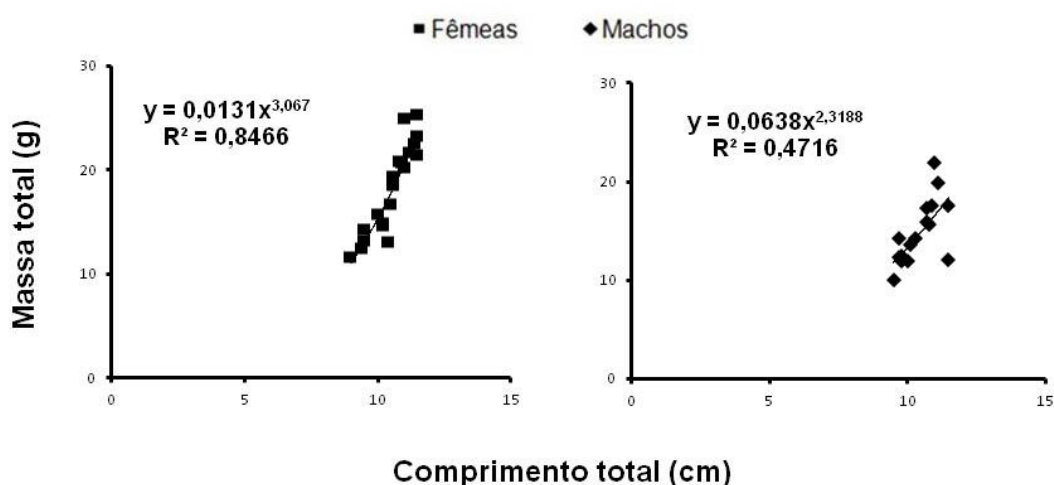


Figura 9. Representação gráfica da relação massa-comprimento para machos e fêmeas de *A. fasciatus* capturados em cativeiro no CAUNESP, Jaboticabal, SP.

Foram observados 2 picos de IGS para as fêmeas no meses de outubro e dezembro, com queda nos valores de IGS em novembro e janeiro (Tabela 3) sugerindo a ocorrência de eventos de desova nesses meses. Os valores encontrados para os machos (Tabela 4) também acompanharam essa tendência. Estatisticamente, houve diferenças significativas apenas nos valores de IHS. Para as fêmeas, o valor de IHS no mês de outubro foi maior que nos outros 3 meses, que não apresentaram nenhuma diferença entre si. Para os machos, o mês de novembro foi maior em relação aos outros meses.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão de IGS (%), IHS (%), K e Volume gonadal (mm³) de fêmeas de *A. fasciatus* mantidos em tanque de alvenaria com fundo natural.

Coletas	IGS (%)	IHS (%)	K	Volume (mm ³)
Outubro (n=10)	8,31 ± 5,11 ^a	0,99 ± 0,26 ^a	2,53 ± 0,14 ^a	63805 ± 55202 ^a
Novembro (n=4)	6,53 ± 8,32 ^a	0,83 ± 0,21 ^b	2,69 ± 0,17 ^a	113625 ± 108399 ^a
Dezembro (n=4)	16,42 ± 4,66 ^a	0,49 ± 0,18 ^b	2,38 ± 0,05 ^a	189650 ± 40969 ^a
Janeiro (n=4)	11,45 ± 7,33 ^a	0,61 ± 0,10 ^b	2,26 ± 0,41 ^a	125125 ± 69145 ^a

Na mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significantes (P< 0,05).

Tabela 4. Médias e desvios-padrão de IGS (%), IHS (%), K e Volume gonadal (mm³) de machos de *A. fasciatus* mantidos em tanque de alvenaria com fundo natural.

Coletas	IGS (%)	IHS (%)	K	Volume (mm ³)
Outubro (n=0)	-	-	-	-
Novembro (n=6)	2,64 ± 0,93 ^a	1,25 ± 0,35 ^a	2,26 ± 0,33 ^a	42300 ± 2899 ^a
Dezembro (n=6)	2,96 ± 1,05 ^a	0,48 ± 0,07 ^b	2,21 ± 0,08 ^a	25600 ± 9472 ^a
Janeiro (n=4)	2,58 ± 0,97 ^a	0,65 ± 0,16 ^b	2,25 ± 0,5 ^a	31900 ± 5193 ^a

Na mesma coluna, letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significantes (P< 0,05).

A coloração das gônadas em tons alaranjados e esverdeados dos animais mantidos em cativeiro (Figura 10) foi diferente do padrão de coloração em tons de amarelo encontrado para animais coletas em natureza. Sugere-se que a alimentação diferenciada, composta principalmente por ração extrusada com 28% de proteína bruta, além da qualidade da água bem como a microbiota do viveiro possam ter influenciado nessa alteração morfológica. Eventualmente, os animais de cativeiro podem se alimentar de outras fontes protéicas, como insetos, larvas e matéria vegetal, que correspondem as principais fontes de alimentação da espécie em natureza, segundo Villela (2002). Além disso, os valores de volume gonadal das fêmeas mostrou-se muito maior em relação a animais capturados em natureza. Sugere-se que estes valores estejam relacionados com a abundância de alimento, o ambiente lântico - que implica em menores gastos energéticos, a falta de predadores, tanto para reprodutores quanto para alevinos, permite que os animais convertam os nutrientes obtidos e priorizem a gametogênese, sem gastos energéticos envolvendo fuga de predadores ou desenvolvimento somático, podendo expressar melhor o desempenho reprodutivo. Este fato é corroborado por valores semelhantes de comprimento total e massa total encontrados para indivíduos de cativeiro e de natureza.

No ambiente de cativeiro, a análise histológica mostrou a presença de três estádios de maturação gonadal (Figura 11): Estádio de maturação inicial, estágio de maturação final/maduro e estágio parcialmente desovado, bem como os tipos de ovócitos predominantes nestes estádios (Figura 12). Para os machos foi observado a presença de três estádios gonadais (Figura 13): estágio de maturação inicial, estágio de maturação final/maduro e parcialmente espermiado. A análise histológica associada à análise dos índices reprodutivos permite afirmar que os exemplares mantidos em cativeiro conseguiram desenvolver a maturação gonadal. Além disso, por meio de observação durante o período experimental foi possível constatar que esses animais em cativeiro se reproduziram, uma vez que alevinos de *A. fasciatus* se desenvolveram no tanque. As variações dos índices reprodutivos somadas a estas análises sugerem que em cativeiro a reprodução continua sendo por meio de desova do tipo parcelada.



Figura 10. Foto de um ovário de fêmea de *A. fasciatus* coletada em cativeiro, evidenciando coloração alaranjada.



Figura 11. Foto de um ovário de fêmea de *A. fasciatus* coletada no Córrego Rico, evidenciando a coloração amarelada.

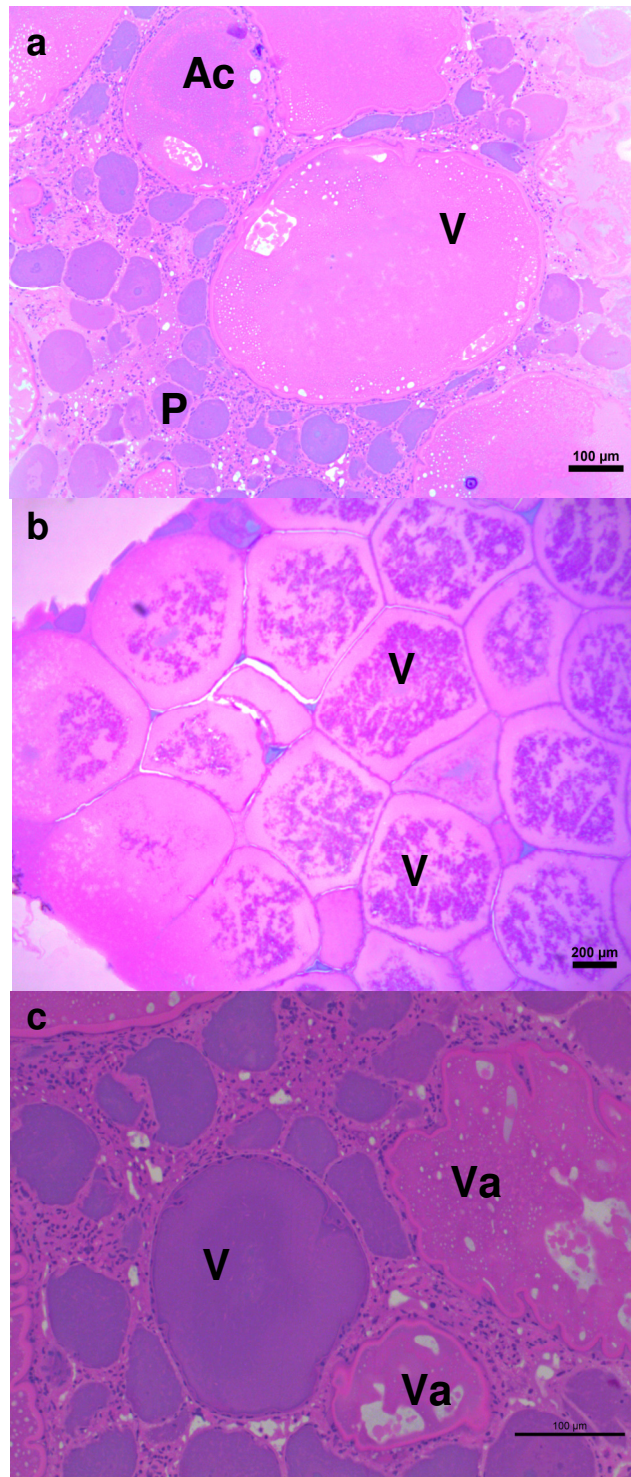


Figura 11. Secções de ovários de *A. fasciatus* em diferentes estádios de maturação de fêmeas de cativeiro, corados com Hematoxilina-Floxina. a) Maturação inicial b) Maturação final/maduro c) Parcialmente desovado. **P** = Ovócito perinucleolar **AC** = Ovócito Alvéolo-cortical **V** = Ovócito Vitelogênico **Va** = Ovócito vitelogênico em início de atresia .

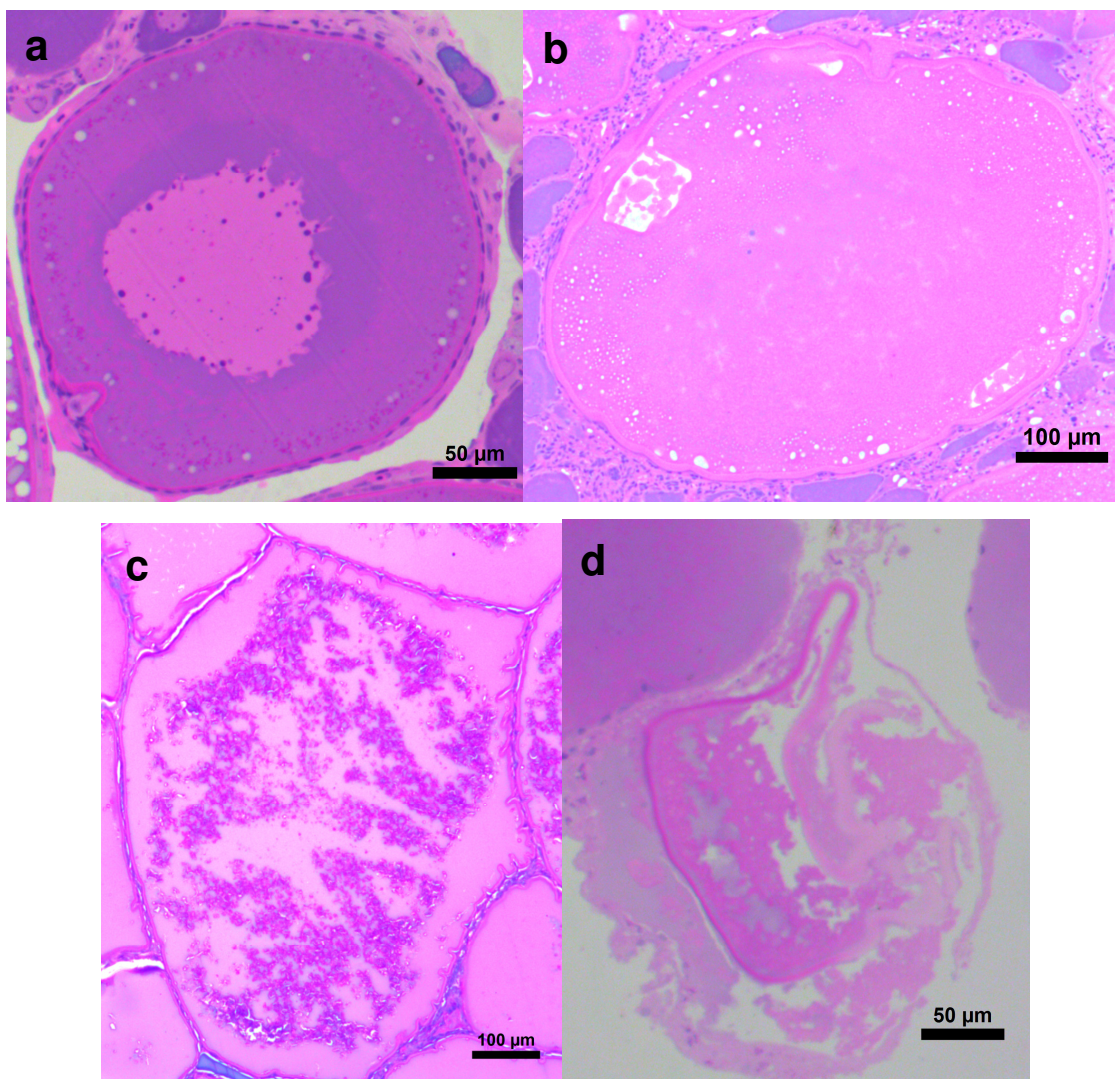


Figura 12. Secções de ovários de *A. fasciatus* evidenciado os diferentes tipos de ovócitos de fêmeas de cativeiro, corado em Hematoxilina-Floxina. a) Álveolo-cortical b) Vitelogênico c) Vitelogênico com zona pelúcida ondulada d) Folículo pós-ovulatório.

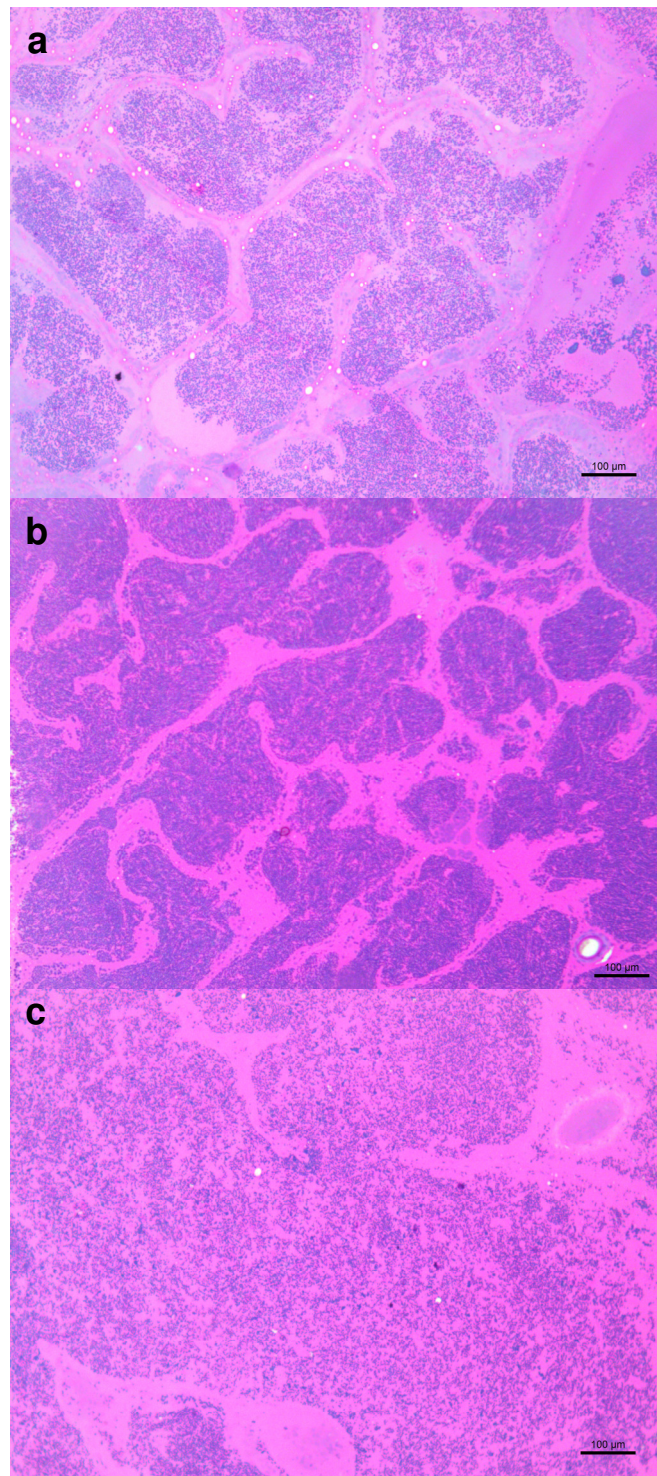


Figura 13. Secções de testículos de *A. fasciatus* em diferentes estádios de maturação de machos de cativeiro corados com Hematoxilina-Floxina. a) Maturação inicial b) Maturação final/Maduro c) Parcialmente espermiado.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados e das discussões realizadas, conclui-se que no Córrego Rico, SP, a desova é do tipo parcelada e que uma amostra da população natural mantida em cativeiro é capaz de se maturar e até de se reproduzir, confirmando as hipóteses apresentadas e cumprindo os objetivos propostos para este trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram-se semelhantes a outros trabalhos realizados com a espécie, mas a realização deste trabalho mostra-se necessária uma vez que as características e peculiaridades de cada local influenciam os tipos de estratégia para cada espécie, incluindo o tipo de desova. Além disso, as próprias características de cada população podem influenciar e determinar os resultados obtidos em outros ambientes. Nesse contexto, os resultados obtidos geram subsídios para estudos no tocante à biologia reprodutiva e sua aplicação na reprodução em ambiente aquacultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, G.; SALLES, F. A.; CESTAROLLI, M. A. Reproductive and nutritional dynamics of *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1849(Pisces, Characidae) at Mogi Guaçu River, State of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p. 441–444, 2001.
- BEHMER, O.A.; TOLOSA, E.M.C.; NETO, A.G.F. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. EDART, São Paulo, Brasil, 1976, 241 p.
- CARLANDER, K. D. **Handbook of Freshwater Fishery Biology**.The Iowa State University Press, Ames, IA. 1977, 431 p.
- CARVALHO, P.A.; PASCHOALINI, A.L.; SANTOS, G.B.;RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces;Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v.25, p. 306-313, 2008.
- DIAS,R.M.; BAILLY, D.; ANTÔNIO, R.R.; SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A.A. Colonization of the Corumbá Reservoir (Corumbá River, Paraná River Basin.Goiás State, Brazil) by the “Iambari” *Astyanax altiparanae* (Tetragonopterineae; Characidae). **Brazilian Archives o Biology and Techonology**, v.48, n.3, p.467-476, 2005.
- DIAZ, R.J. Overview of hypoxia around the world. **Journal of Environmental Quality**, V. 30, p. 275–281, 2001.
- FERREIRA, K. M. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi - Guaçu basin, southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n.3, p. 311-326, 2007.
- FROESE, R. Cube law, condition factor and weight-lenght relationships: history, meta-analysis and recomendations. **Journal of Apllied Ichthyology**, v.22, p 241 - 253, 2006.
- HOJO, R.E.S.; SANTOS, G.B.; BAZZOLI,N. Reproductive biology of *Moenkhausia intermeida* (Eingenmann) (Pisces, Characiformes) in Itumbiara Reservoir, Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, p. 519-524, 2004.

ITALIANO, W. L.; HOJAIJ, A.; COSTA, L. L.; GIACOMETTI, L.; ZANETTI, L. M.F.; GALBIATI, J. A.; PISSARRA, T. C. T.; PALLA, V. L. Técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica aplicadas no projeto de gestão hídrica do município de Jaboticabal - córrego rico limpo. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 -10 abril 2003, INPE, p. 575-581.

LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle gonad weight and condition in the perch, *Perca fluviatilis*. **Journal of Animal Ecology**. V.2092, p. 201-219, 1951.

LIMA, F.C.T.; MALABARBA, L. R.; BUCKUP, P.A.; SILVA, J. F. P.; VARI, R. P.; HAROLD, A.; BENINE, R. ; OYAKAWA, O. T.; PAVANELLI, C. S.; MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S.; MALABARBA, M.C.S.L.; LUCENA, Z.M.S ; REIS, R.E. ; LANGEANI, F.; CASSATI, L.; BERTACO V.A.; MOREIRA, C. e LUCINDA, P. H. F. Genera Incertae Sedis in Characidae. In: REIS, R.E. ; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.Jr. **Checklist of freshwater fishes of Southand Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre,Brasil, 2003, p.106-109.

LOPES, L. G.; NASCIMENTO, B. A. **A água e a sustentabilidade**. Jaboticabal: Artsigner, (Cadernos Jaboticabal Sustentável), 2004,36 p.

LOWE-MCCONELL,R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge Tropical Biology Series. Cambridge University Press, Cambridge, 382 p.

MCADAM, D.S.O.; LILEY, N.R.; TAN, E.S.P. Comparison of reproductive indicators and analysis of the reproductive seasonality of the tinfoil barb, *Puntius schwanenfeldii*, in the Perak River, Malaysia. **Enviromental Biology of Fishes**, v. 55, p. 369 - 380,1999.

MESCHIATTI, A.J.; ARCIFA, M.S. A review on the fishfauna of Mogi-Guaçu River basin: a century of studies. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.21, n.1, p.135-159. 2009.

PARKINSON, D.; Philipport, J.C.; BARRAS, E. A preliminary investigation of spawning migration of grayling in a small stream determined by radio-tracking. **Journal of Fish Biology**, v. 55, p. 172-182.

- RATTON, T.F.; BAZZOLI,N.; SANTOS,G.B. Reproductive biology of *Apareiodon affinis* (Pisces, Parodontidae) in the Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Journal of Applied Technology**, v.19, p. 387-390.
- REIS, R.E. ; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.Jr. **Checklist of freshwater fishes of Southand Central America**. EDIPUCRS, Porto Alegre,Brasil, 2003, p.106-109.
- RIBEIRO, A.A.C.M.; DAVIS, C.; GABELLA, G. Estimate of size and total number of neurons in superior cervical ganglion of rat, capybara and horse. **Anatomy and Embryology**, v. 208, n. 5, p. 367-380, 2004.
- SAS Institute Incorporation. **SAS 9.1.3 Help and Documentation**, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000-2004.
- SILVA, J.P.A.; MUELBERT, A.E.; OLIVEIRA, E.C.; FÁVARO, L.F. Reproductive tatics used by the Lambari *Astyanax* aff. *fasciatus* in three water supply reservoirs in the same geographic region of the upper Iguaçu River. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 4, p. 885-892, 2010.
- SUZUKI, F.M.; ORSI, M.L. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei; Characidae) no rio Congonhas, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.25, n.3, p. 566-569, 2008.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Relação hepatossomática e esplenossomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.17, p. 273-281, 2000.
- TRAJANO, E. Food and reproduction of *Trichomycterus itacarabiensis*, cave catfish from southeastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 51, p. 53-63.
- VAZZOLER, A.E. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**, Maringá: EDUEM/Nupélia, 1996, 169 p.
- VILLELA, F.S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S.M. Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in a Atlantic Forest River in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, n. 2, p. 223-232, 2002.
- ZORICA, G.; SINOVCIC, A.; PALLAORO, V.; CIKES K. Reproductive biology and length-weight relationship of painted comber, *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758), in

the Trogir Bay area (middle-eastern Adriatic). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 22, p. 260–263, 2006.

WOOTON, J.R. **Ecology of teleost fishes**. Kluwer Academic Publishers, New York, USA, 1988, 386 p.